Solutions for Class 11 Chemistry Chapter 5 Thermodynamics

Solutions for Class 11 Chemistry Chapter 5 Thermodynamics (ऊष्मागतिकी)

पाठ के अन्तर्गत दिए गए प्रश्नोत्तर

सही उत्तर चुनिए-

प्रश्न 1.
ऊष्मागतिकी अवस्था फलन एक राशि है
(i) जो ऊष्मा परिवर्तन के लिए प्रयुक्त होती है।
(ii) जिसका मान पथ पर निर्भर नहीं करता है।
(iii) जो दाब-आयतन कार्य की गणना करने में प्रयुक्त होती है।
(iv) जिसका मान केवल ताप पर निर्भर करता है।
उत्तर
(ii) जिसका मान पथ पर निर्भर नहीं करता है।

प्रश्न 2.
एक प्रक्रम के रुद्रोष्म परिस्थितियों में होने के लिए-
(i) $\Delta T = 0$
(ii) $\Delta p = 0$
(iii) $q = 0$
(iv) $w = 0$
उत्तर
(iii) $q= 0$

प्रश्न 3.
सभी तत्वों की एन्थैल्पी उनकी सन्दर्भ-अवस्था में होती है-
(i) इकाई
(ii) शून्य
(iii) <0
(iv) सभी तत्त्वों के लिए भिन्न होती है।
उत्तर
(ii) शून्य।

प्रश्न 4.
मेथेन के दहन के लिए AU° का मान $-X \text{ kJ mol}^{-1}$ है। इसके लिए $\Delta H^{\ominus}$ का मान होगा
(i) $= \Delta U^{\ominus}$

evidyarthi

(ii) $>\Delta U^{\ominus}$
(iii) $<\Delta U^{\ominus}$
(iv) = 0
उत्तर
मेथेन के दहन के लिए सन्तुलित समीकरण होगी-

मेथेन के दहन के लिए सन्तुलित समीकरण होगी—

$$CH_4(g)+2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)+2H_2O(l)$$

अत: $\Delta n_g = (n_p - n_r)_g = 1-3 = -2$

$$\Delta H^{\ominus} = \Delta U^{\ominus} + \Delta n_g\ RT = -x - 2RT$$

अत: $\Delta H^{\ominus} < \Delta U^{\ominus}$, **अत: विकल्प (iii) सही उत्तर है।**

प्रश्न 5.
मेथेन, ग्रेफाइट एवं डाइहाइड्रोजन के लिए 298 K पर दहन एन्थैल्पी के मान क्रमशः -890.3 kJ mol^{-1},-393.5 kJ mol^{-1} एवं -285.8 kJ mol^{-1} हैं। CH_4(g) की विरचन एन्थैल्पी क्या होगी?
(i) -74.8 kJ mol^{-1}
(ii)-52.27 kJ mol^{-1}
(iii) +74.8 kJ mol^{-1}
(iv) +52.26 kJ mol^{-1}
उत्तर

दिया है,

(i) $CH_4(g)+2O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)+2H_2O(l); \Delta H = -890.3 \text{ kJ mol}^{-1}$

(ii) $C(s)+O_2(g) \longrightarrow CO_2(g); \Delta H = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$

(iii) $H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l); \Delta H = -285.8 \text{ kJ mol}^{-1}$

उद्देश्य : $C(s)+2H_2(g) \longrightarrow CH_4(g); \Delta H = ?$

समीकरण (ii) $+2\times$ **समी०** (iii) $-$**समी०** (i) **वांछित समीकरण देते हैं।**

$$\Delta H = -393.5 + 2(-285.8) - (-890.3) \text{ kJ mol}^{-1} = -74.8 \text{ kJ mol}^{-1}$$

अत: विकल्प (i) **सही उत्तर है।**

प्रश्न 6.
एक अभिक्रिया A+ B → C +D+q के लिए एन्ट्रॉपी परिवर्तन धनात्मक पाया गया। यह अभिक्रिया सम्भव होगी-
(i) उच्च ताप पर
(ii) निम्न ताप पर
(iii) किसी भी ताप पर नहीं
(iv) किसी भी ताप पर

https://www.evidyarthi.in/

उत्तर
यहाँ ΔH =-ve तथा ΔS = +ve. $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$; अभिक्रिया के स्वतः प्रवर्तित होने के लिए ΔG=-ve होनी चाहिए जोकि किसी भी ताप पर हो सकती है अर्थात् विकल्प (iv) सही है।

प्रश्न 7.
एक प्रक्रम में निकाय द्वारा 701 J ऊष्मा अवशोषित होती है एवं 394J कार्य किया जाता है। इस प्रक्रम में आन्तरिक ऊर्जा में कितना परिवर्तन होगा?
उत्तर

दिया है, $q = +701\text{ J}, w = -394\text{ J}, \Delta U = ?$

ऊष्मागतिकी के प्रथम नियमानुसार,

$$\Delta U = q + w = +701\text{ J} + (-394\text{ J}) = +307\text{ J}$$

अर्थात् निकाय की आन्तरिक ऊर्जा 307 J बढ़ती है।

प्रश्न 8.
एक बम कैलोरीमीटर में NH_2CN (s) की अभिक्रिया डाइऑक्सीजन के साथ की गई एवं ΔU का मान-742.7 kJ mol^{-1} पाया गया (298K पर)। इस अभिक्रिया के लिए 298K पर एन्थैल्पी परिवर्तन ज्ञात कीजिए:-
उत्तर

दिए गए समीकरण के लिए,

$$\Delta n = (1+1) - \left(\frac{3}{2}\right) = +\frac{1}{2}\text{ mol}$$

$$\Delta H = \Delta U + \Delta nRT$$

$$\Delta H = -742.7 + \left(\frac{1}{2} \times 8.314 \times 10^{-3} \times 298\right)$$

$$(\because R = 8.314 \times 10^{-3}\text{ kJ mol}^{-1}\text{K}^{-1})$$

$$= \mathbf{-741.5\text{ kJ mol}^{-1}}$$

प्रश्न 9.
60.0 g ऐलुमिनियम का ताप 35°C से 55°C करने के लिए कितने kJ ऊष्मा की आवश्यकता होगी? Al की मोलर ऊष्माधारिता 24Jmol^{-1} K^{-1} है।
उत्तर

पदार्थ के n मोलों के लिए,

$$q = n \times C_m \times \Delta t$$

इस परिस्थिति में,

$$n = \frac{60.0}{27} = 2.22\text{ mol}$$

$$C_m = 24\text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1} = 24 \times 10^{-3}\text{ kJ mol}^{-1}\text{K}^{-1}$$

$$\Delta T = (273+55) - (273+35) = 20\text{ K}$$

तथा

$$q = 2.22 \times 24 \times 10^{-3} \times 20 = \mathbf{1.07\text{ kJ}}$$

evidyarthi

प्रश्न 10.
10.0°C पर 1 मोल जल की बर्फ – 10°C पर जमाने पर एन्थैल्पी-परिवर्तन की गणना कीजिए।
Δ_{fus} H = 6.03 kJ mol^{-1}0°C पर,
$C_p[H_2O(l)]$ = 75.3Jmol^{-1} K^{-1}
$C_p[H_2O(s)]$ = 36.8 J$mol^{-1}K^{-1}$
उत्तर
ΔH_{total}=(10°C पर 1 मोल जल → 0°C पर 1 मोल जल)

∵ + (0° C पर 1 मोल जल → 0° C पर 1 मोल बर्फ)
+ (0° C पर 1 मोल बर्फ → –10° C पर 1 मोल बर्फ)

$$= C_p[H_2O(l)] \times \Delta T + \Delta H_{freezing} + C_p[H_2O(s)] \times \Delta T$$
$$= (75.3 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1})(-10 \text{ K}) + (-6.03 \text{ KJ mol}^{-1}) + (36.8 \text{ J mol}^{-1}\text{K}^{-1})(-10 \text{ K})$$
$$= -753 \text{ J mol}^{-1} - 6.03 \text{ kJ mol}^{-1} - 368 \text{ J mol}^{-1}$$
$$= -0.753 \text{ kJ mol}^{-1} - 6.03 \text{ kJ mol}^{-1} - 0.368 \text{ kJ mol}^{-1}$$
$$= \mathbf{-7.151 \text{ kJ mol}^{-1}}$$

प्रश्न 11.
CO_2 की दहन एन्थैल्पी – 393.5 kJ mol^{-1} है। कार्बन एवं ऑक्सीजन से 35.2 g CO_2 बनने पर उत्सर्जित ऊष्मा की गणना कीजिए।
उत्तर

सम्बन्धित समीकरण निम्नवत् है
$$C(s) + O_2(g) \longrightarrow CO_2(g) \; \Delta H = -393.5 \text{ kJ mol}^{-1}$$
1 mol = 44 g
उत्सर्जित ऊष्मा जब 44 g CO_2 निर्मित होती है = 393.5 kJ
∴ 35.2 g CO_2 निर्मित होने पर निर्मुक्त ऊष्मा $= \frac{393.5}{44} \times 35.2 \text{ kJ} = \mathbf{314.8 \text{ kJ}}$

प्रश्न 12.
CO(g), CO_2(g), N_2O(g) एवं N_2O_4(g) की विरचन एन्थैल्पी क्रमशः-110,393, 81 एवं 9.7 kmol^{-1} हैं। अभिक्रिया N_2O_4 (g) +3C0(g) →N_2O(g)+3CO_2(g) के लिए $\Delta_r H^\ominus$ का मान ज्ञात कीजिए।
उत्तर

$$\Delta_r H = \Sigma \Delta_f H^\ominus_{\text{उत्पाद}} - \Sigma \Delta_f H^\ominus_{\text{अभिकारक}}$$
$$= \{\Delta_f H[N_2O(g)] + 3 \times \Delta_f H[CO_2(g)]\} - \{\Delta_f H[N_2O_4(g)] + 3 \times \Delta_f H[CO(g)]\}$$
$$= \{81 + [3 \times (-393)]\} - \{9.7 + 3 \times (-110)\}$$
$$= [-1098 - (-320.3)] = \mathbf{-777.7 \text{ kJ}}$$

प्रश्न 13.
$N_2(g)+3H_2(g) \rightarrow 2NH_3(g)$; $\Delta_r H^{\ominus}$ = -92-4kJ mol^{-1} NH_3 गैस की मानक विरचन एन्थैल्पी क्या है?
उत्तर

$$\frac{1}{2}N_2(g)+\frac{3}{2}H_2(g) \longrightarrow NH_3(g)$$

$$\Delta_f H^{\ominus}[NH_3(g)] = \frac{1}{2}\Delta_r H^{\ominus} = \frac{1}{2}\times(-92.4) = \mathbf{-46.2\ kJ\ mol^{-1}}$$

प्रश्न 14.
निम्नलिखित आँकड़ों से $CH_3OH(l)$ की मानक विरचन एन्थैल्पी ज्ञात कीजिए-

$$CH_3OH(l)+\frac{3}{2}O_2(g) \longrightarrow CO_2(g)+2H_2O(l);\ \Delta_r H^{\ominus} = -726\ kJ\ mol^{-1}$$

$$C(s)+O_2(g) \longrightarrow CO_2(g);\ \Delta_c H^{\ominus} = -393\ kJ\ mol^{-1}$$

$$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g) \longrightarrow H_2O(l);\ \Delta_f H^{\ominus} = -286\ kJ\ mol^{-1}$$

उत्तर

दिए गए आँकड़ों के अनुसार,

$$\Delta_f H^{\ominus}[(CO_2)(g)] = -393\ kJ\ mol^{-1}$$

$$\therefore \quad \Delta_r H^{\ominus} = \Sigma\Delta_f H^{\ominus}_{(\text{उत्पाद})} - \Sigma\Delta_f H^{\ominus}_{(\text{अभिकारक})}$$

या

$$\Delta_r H^{\ominus} = \{\Delta_f H^{\ominus}[CO_2(g)] + 2\times\Delta_f H^{\ominus}[H_2O(l)]\} - \{\Delta_f H^{\ominus}[CH_3OH(l)] + \frac{3}{2}\times\Delta_f H^{\ominus}[O_2(g)]\}$$

या

$$-726 = \{-393+2\times(-286)\} - \left\{\Delta_f H^{\ominus}[CH_3OH(l)] + \frac{3}{2}\times 0\right\}$$

$$-726 = (-965) - \Delta_f H^{\ominus}[CH_3OH(l)]$$

या

$$\Delta_f H^{\ominus}[CH_3OH(l)] = +726 - 965 = \mathbf{-239\ kJ\ mol^{-1}}$$

प्रश्न 15.
$CCl_3(g) \rightarrow C(g) + 4Cl(g)$ अभिक्रिया के लिए एन्थैल्पी-परिवर्तन ज्ञात कीजिए एवं CCl_3 में C-Cl की आबन्ध एन्थैल्पी की गणना कीजिए-
$\Delta_{vap}H^{\ominus}(CCl_4)$ = 30.5 kJ mol^{-1}
$\Delta_f H^{\ominus}(CCl_4)$ = -1355 kJ mol^{-1}

https://www.evidyarthi.in/

$\Delta_a H^\ominus$ (C) = 715.0 kJ mol^{-1},
$\Delta_a H^\ominus(Cl_2)$ = 242 kJ mol^{-1}
यहाँ $\Delta_a H^\ominus$ परमाण्वीकरण एन्थैल्पी है।
उत्तर

दिए गए आँकड़े निम्नवत् प्रस्तुत किए जा सकते हैं—

$$CCl_4(l) \longrightarrow CCl_4(g);\ \Delta_{vap}H^\ominus = 30.5\ kJ\ mol^{-1} \quad ...(i)$$
$$C(s) + 2Cl_2(g) \longrightarrow CCl_4(l);\ \Delta_f H^\ominus = -135.5\ kJ\ mol^{-1} \quad ...(ii)$$
$$C(s) \longrightarrow C(g);\ \Delta_a H^\ominus = 715.0\ kJ\ mol^{-1} \quad ...(iii)$$
$$Cl_2(g) \longrightarrow 2Cl(g);\ \Delta_a H^\ominus = 242\ kJ\ mol^{-1} \quad ...(iv)$$

वांछित समीकरण निम्न है—

$$CCl_4(g) \longrightarrow C(g) + 4Cl(g);\ \Delta H = ?$$

समी॰ (iii) + 2 × समी॰ (iv) – समी॰ (i) – समी॰ (ii) से

$$\Delta H = 715.0 + (2 \times 242) - 30.5 - (-135.5) = \mathbf{1304\ kJ\ mol^{-1}}$$

CCl_4 में C—Cl की आबन्ध एंथैल्पी (औसत मान) $= \frac{1304}{4} = \mathbf{326\ kJ\ mol^{-1}}$

प्रश्न 16.
एक विलगित निकाय के लिए ΔU = 0, इसके लिए AS क्या होगा?
उत्तर
यहाँ ΔU का मान शून्य है जिसका तात्पर्य है कि यहाँ ऊर्जा कारक की कोई भूमिका नहीं है। ΔU = 0 दोनों पर प्रक्रम तभी स्वत: प्रवर्तित हो सकता है जब एंट्रॉपी कारक प्रक्रम कराने में सहायक हो अर्थात् AS का मान धनात्मक (+ ve) होगा।

प्रश्न 17.
298 K पर अभिक्रिया 2A+ B → c के लिए।
ΔH = 400 kJ mol^{-1} एवं ΔS = 0.2 kJ $K^{-1}mol^{-1}$
ΔH एवं ΔS को ताप-विस्तार में स्थिर मानते हुए बताइए कि किस ताप पर अभिक्रिया स्वतः होगी?
उत्तर

सर्वप्रथम उस ताप की गणना करते हैं, जिस पर अभिक्रिया साम्यावस्था में होगी अर्थात् $\Delta G = 0$

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$$

∴ $$0 = \Delta H - T\Delta S$$

या $$T = \frac{\Delta H}{\Delta S} = \frac{400}{0.2} = 2000\ K$$

अभिक्रिया के स्वत: प्रवर्तित होने के लिए ΔG का मान ऋणात्मक होना चाहिए, अत: T, 2,000 K से अधिक होना चाहिए।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 18.
अभिक्रिया $2Cl(g) \rightarrow Cl_2(g)$ के लिए ΔH एवं ΔS के चिह्न क्या होंगे?
उत्तर
दी गयी अभिक्रिया में आबन्ध निर्माण होता है, अतः ऊर्जा निर्मुक्त होती है अर्थात् ΔH
ऋणात्मक होता है। पुनः 2 मोल परमाणुओं की यादृच्छिकता (randomness) 1 मोल अणुओं से अधिक होती है, अतः यादृच्छिकता घटती है अर्थात् ΔS ऋणात्मक होगा।

प्रश्न 19.
अभिक्रिया $2A(g) + B(g) \rightarrow 2D(g)$ के लिए $\Delta U^\ominus = -10.5$ kJ एवं $\Delta S^\ominus = -44.1 JK^{-1}$ अभिक्रिया के लिए $\Delta G^\ominus$ की गणना कीजिए और बताइए कि क्या अभिक्रिया स्वत:प्रवर्तित हो सकती है?
उत्तर

दी गयी अभिक्रिया के लिए,

$$\Delta n = 2-(2+1) = -1$$
$$\Delta H^\ominus = \Delta U^\ominus + \Delta nRT$$
$$= -10.5 + (-1)\times 8.314\times 10^{-3}\times 298$$
$$= -12.98 \text{ kJ}$$

(∵ सभी पदार्थों के लिए मानक परिस्थितियों में $R = 8.314\times 10^{-3}$ kJ mol^{-1}K^{-1}, $T = 298$ K)

अत: $$\Delta G^\ominus = \Delta H^\ominus - T\Delta S^\ominus$$
$$= -12.98 - [298\times(-44.1\times 10^{-3})] = 0.162 \text{ kJ}$$

चूँकि $\Delta G^\ominus$ का मान धनात्मक आता है, अत: अभिक्रिया स्वत: प्रवर्तित नहीं होगी।

प्रश्न 20.
300 K पर एक अभिक्रिया के लिए साम्य स्थिरांक 10 है। $\Delta G^\ominus$ का मान क्या होगा? (R = 8.314 JK^{-1}mol^{-1})
उत्तर

$$\Delta G^\ominus = -2.303\, RT \log K$$
$$\therefore \quad \Delta G^\ominus = -2.303\times 8.314\times 300\times \log 10$$
$$= -2.303\times 8.314\times 300\times 1$$
$$= -5744.1 \text{ J} = \mathbf{-5.744 \text{ kJ}}$$

प्रश्न 21.
निम्नलिखित अभिक्रियाओं के आधार पर NO(g) तथा $NO_2(g)$ के ऊष्मागतिकी स्थायित्व पर टिप्पणी कीजिए-
[latex]\frac { 1 }{ 2 } [/latex]$N_2(g)$ + [latex]\frac { 1 }{ 2 } [/latex]$O_2(g) \rightarrow NO(g)$; $\Delta_r H^\ominus = 90$ kJ mol^{-1}
NO(g) + [latex]\frac { 1 }{ 2 } [/latex]$O_2(g) \rightarrow NO_2(g)$; $\Delta_r H^\ominus = -74$ kJ mol^{-1}
उत्तर
NO(g) के निर्माण में ऊर्जा अवशोषित होती है, अत: NO(g) अस्थायी है। चूंकि दूसरी अभिक्रिया में ऊर्जा निर्मुक्त होती है, अत: $NO_2(g)$ स्थायी है। अत: अस्थायी NO(g) स्थायी $NO_2(g)$ में परिवर्तित होती है।

https://www.evidyarthi.in/

प्रश्न 22.
जब 1.00 mol $H_2O(l)$ को मानक परिस्थितियों में विरचित किया जाता है, तब परिवेश के एन्ट्रॉपी-परिवर्तन की गणना कीजिए। ($\Delta_f H^{\ominus}$ = -286 kJ mol^{-1})
उत्तर

$$H_2(g)+\frac{1}{2}O_2(g)\longrightarrow H_2O(l);\ \Delta_f H^{\ominus} = -286\ \text{kJ mol}^{-1}$$

समीकरण के अनुसार 1 mol $H_2O(l)$ निर्मित होता है तथा 286 kJ ऊष्मा निर्मुक्त होती है। यह ऊष्मा परिवेश द्वारा अवशोषित कर ली जाती है।

$$q_{surr} = +286\ \text{kJ mol}^{-1}$$

अत: परिवेश में एंट्रॉपी परिवर्तन,

$$\Delta S_{surr} = \frac{q_{surr}}{T} = \frac{286}{298} = 0.9597\ \text{kJ K}^{-1}\ \text{mol}^{-1}$$

$$= \mathbf{959.7\ kJ\ mol^{-1}}$$

evidyarthi
https://www.evidyarthi.in/